



- (51) 国際特許分類:
H01L 21/318 (2006.01) H01L 29/78 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/013733
- (22) 国際出願日: 2005 年 7 月 27 日 (27.07.2005)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2004-252138 2004 年 8 月 31 日 (31.08.2004) JP
特願2005-108645 2005 年 4 月 5 日 (05.04.2005) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社日立国際電気 (HITACHI KOKUSAI ELECTRIC INC.) [JP/JP]; 〒1648511 東京都中野区東中野三丁目 1 4 番 2 0 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 寺崎 正 (TERASAKI, Tadashi) [JP/JP]; 〒1648511 東京都中野区東中野三丁目 1 4 番 2 0 号 株式会社日立国

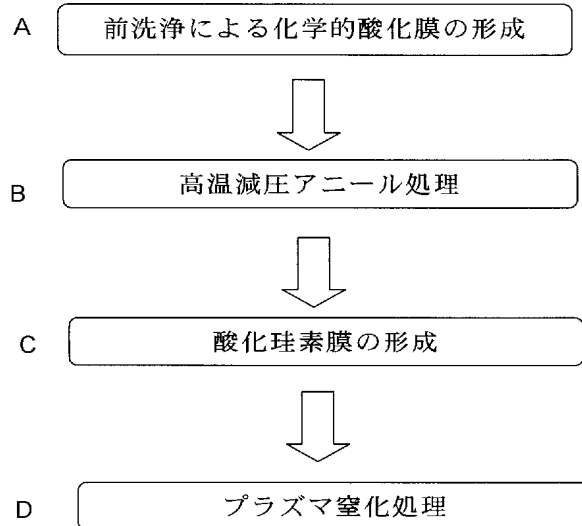
際電気内 Tokyo (JP). 小川 雲龍 (OGAWA, Unryu) [JP/JP]; 〒1648511 東京都中野区東中野三丁目 1 4 番 2 0 号 株式会社日立国際電気内 Tokyo (JP). 中山 雅則 (NAKAYAMA, Masanori) [JP/JP]; 〒1648511 東京都中野区東中野三丁目 1 4 番 2 0 号 株式会社日立国際電気内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 宮本 治彦 (MIYAMOTO, Haruhiko); 〒2280803 神奈川県相模原市相模大野三丁目 1 9 番 1 3 号 アーベイン相模ビル 6 0 2 号 Kanagawa (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 半導体装置の製造方法



- A FORMATION OF CHEMICAL OXIDE FILM BY PRE-CLEANING
B ANNEALING AT HIGH TEMPERATURE AND REDUCED PRESSURE
C FORMATION OF SILICON OXIDE FILM
D PLASMA NITRIDING

(57) Abstract: Disclosed is a method for manufacturing a semiconductor device which comprises a film-thinning step for thinning a silicon oxide film, which is formed after etching a silicon substrate surface with a chemical solution, by heating, and a thermal oxidation step for oxidizing the thinned silicon oxide film by heating while using a gas containing at least oxygen or a step for oxidizing the thinned silicon oxide film using a plasma-discharged gas containing at least oxygen.

(57) 要約: 半導体装置の製造方法は、シリコン基板表面を薬液によりエッチングした後形成される酸化珪素膜を加熱して薄膜化させる薄膜化工程と、薄膜化した酸化珪素膜を加熱して、少なくとも酸素を含有するガスにより酸化する熱酸化工程、または薄膜化した酸化珪素膜を、プラズマ放電された少なくとも酸素を含有するガスにより酸化する工程とを有する。



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明 細 書

半導体装置の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は半導体装置の製造方法に関し、特に、ゲート絶縁膜用酸化珪素膜を形成する工程を備える半導体装置の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、ゲート絶縁膜用酸化珪素膜を形成する場合、まずは前洗浄としてRCA洗浄を行い、その後に酸化珪素膜を形成していた。

[0003] RCA洗浄とは、SC-1 (NH_4OH 、 H_2O_2 、 H_2O 混合液)やSC-2 (HCl 、 H_2O_2 、 H_2O 混合液)や希フッ酸やSPM (H_2SO_4 、 H_2O_2)洗浄シーケンスを組み合わせ、異物や有機物や金属汚染を除去する洗浄法であるが、 H_2O_2 によって酸化珪素膜が形成されるために処理終了後には10 Å程度の化学的酸化膜が形成されている。ゲート絶縁膜の薄膜化に伴い、トランジスタ特性を向上するためにはこの10 Å程度の化学的酸化膜の存在が無視できなくなっているが、この化学的酸化珪素膜の膜質は高温の熱処理によって形成された酸化膜に比べて膜質が悪く、その結果、その後に酸化珪素膜を形成したゲート絶縁膜も品質が優れず、トランジスタの特性向上を阻害している。

[0004] 従って、本発明の主な目的は、高品質な絶縁膜をシリコン基板表面に形成可能な半導体装置の製造方法を提供することにある。

発明の開示

[0005] 本発明の一態様によれば、

シリコン基板表面を薬液によりエッチングした後に形成される酸化珪素膜を加熱して薄膜化させる酸化珪素膜の薄膜化工程と、

前記薄膜化した酸化珪素膜を加熱して、少なくとも酸素を含有するガスにより酸化する熱酸化工程、または前記薄膜化した酸化珪素膜を、プラズマ放電された少なくとも酸素を含有するガスにより酸化するプラズマ酸化工程と、

を有することを特徴とする半導体装置の製造方法が提供される。

図面の簡単な説明

- [0006] [図1]本発明の好ましい実施例の処理フローを示す図である。
- [図2]本発明の好ましい実施例による薄膜酸化膜の生成を説明するための図であり、高温アニール後の酸化膜形成の処理時間依存性を示している。
- [図3]ゲート絶縁膜中の窒素ドーズ量とゲート絶縁膜のリーク電流の関係を示す図である。
- [図4]本発明の好ましい実施例における薄膜高品質酸化膜によるMOSTランジスタのOn電流特性向上結果を示す図である。
- [図5]本発明の好ましい実施例で好適に使用される処理装置の概略縦断面図である。

発明を実施するための好ましい形態

- [0007] 本発明の好ましい形態によれば、
- シリコン基板表面を薬液によりエッチングした後に形成される酸化珪素膜を加熱して薄膜化させる酸化珪素膜の薄膜化工程と、
- 前記薄膜化した酸化珪素膜を加熱して、少なくとも酸素を含有するガスにより酸化する熱酸化工程、または前記薄膜化した酸化珪素膜を、プラズマ放電された少なくとも酸素を含有するガスにより酸化するプラズマ酸化工程と、
- を有することを特徴とする半導体装置の製造方法が提供される。
- [0008] 薬液により形成された酸化珪素膜は膜質が悪いが、熱処理により膜質改善が図られ、電気特性を向上させることができる。
- [0009] また、酸化珪素膜を熱酸化、またはプラズマ酸化することにより、ラフネス(表面粗さ)が緩和され、表面の平坦度が向上する。
- [0010] すなわち、薬液により形成された酸化珪素膜(例えば11 Å)は、熱処理すれば膜の緻密化や昇華が起きるので、薄膜化する(例えば4 Åになる)。そして、その後、熱酸化またはプラズマ酸化して酸化珪素膜の膜厚を厚くして所定の膜厚(たとえば、8 Å)にする。薬液洗浄による酸化珪素膜形成処理や熱処理による酸化珪素膜の薄膜化での膜厚制御が難しく、一旦所定膜厚よりも薄膜化してから、酸化膜を足すことにより膜厚を制御する。これにより、極めて薄い酸化珪素膜の膜厚制御が可能となる。

- [0011] また、熱処理により薄膜化した後の酸化珪素膜を熱酸化またはプラズマ酸化することによって、より酸化膜表面のラフネスを緩和することができる。すなわち、酸化膜の凹部の方が凸部より下地の基板までの距離が近いので、より熱酸化、またはプラズマ酸化されやすく、凸部に比べて凹部の膜厚が厚くなりやすく、その結果、ラフネスが緩和される。
- [0012] 65nm以降のデザインルールではゲート絶縁膜をより薄膜化する必要があり、膜質を改善し、ラフネスを緩和できるようにした本発明がより一層有効になってくる。
- [0013] 好ましくは、前記薄膜化工程では、前記エッチングした後に形成される酸化珪素膜を温度800℃以上で処理する。
- [0014] 熱処理による薄膜化の好ましい条件は、温度:800℃～1000℃、圧力:266～2660Pa、ガス流量: N_2 :500～5000sccm、時間:5～60秒である。
- [0015] 熱処理後の熱酸化処理の好ましい条件は、温度:700～800℃、圧力:266～2660Pa、ガス流量: O_2 :1～2slm、 H_2 :100～500sccm、 N_2 :0～20slm、時間:1～30分である。
- [0016] 熱処理後のプラズマ酸化処理の好ましい条件は、温度:400～900℃、圧力:10～200Pa、高周波電力:50～300W、ガス流量: O_2 :300～1000sccm、時間:3～240秒である。
- [0017] 好ましくは、前記熱酸化またはプラズマ酸化により形成された酸化珪素膜を窒素を含むプラズマにより窒化して酸窒化珪素膜を形成する酸窒化珪素膜形成工程をさらに有する。
- [0018] プラズマ窒化処理の好ましい条件は、温度:400～800℃、圧力:10～150Pa、高周波電力:150～300W、ガス流量: N_2 :300～1000sccm、時間:60～240秒である。
- [0019] 好ましくは、前記薄膜化した酸化珪素膜および前記熱酸化またはプラズマ酸化により形成された酸化珪素膜によりゲート絶縁膜の一部または全部を構成する。
- [0020] 好ましくは、前記酸窒化珪素膜も前記ゲート絶縁膜の一部を構成する。
- [0021] また、好ましくは、前記酸化珪素膜を加熱して薄膜化させる処理室内の処理雰囲気が減圧状態である。減圧状態にすることにより、酸化が進まないようにすることがで

きる。

[0022] また、好ましくは、前記酸化珪素膜を加熱して薄膜化させる工程では、 N_2 、He、Ne、Ar、Kr、Xeのうち少なくとも一つを供給する。

[0023] また、好ましくは、前記薬液が過酸化水素水混合液である。

[0024] また、好ましくは、前記酸窒化珪素膜の窒素のドーズ量が $1E15 (1 \times 10^{15}) [atom/cm^2]$ 以上である。

ここで、ドーズ量とは、単位面積当たりのイオン注入量のことであり、(前記酸窒化珪素膜の密度) \times (窒素濃度) \times (膜厚) で求まる量のことである。

そして、ここでの酸窒化珪素膜の密度とは、単位体積当たりの酸素、窒素、および珪素の全原子数のことである。

また、窒素濃度とは、
{ (単位体積当たりの窒素原子数) \div (単位体積当たりの酸素、窒素、および珪素の全原子数) } で求まる値である。

また、膜厚とは、酸窒化珪素膜全体のことであり、下地シリコン基板表面から、前記シリコン基板上に形成される前記酸窒化珪素膜表面までの厚さのことである。

[0025] なお、薬液により形成された酸化珪素膜を、熱処理して除去してしまうことも考えられるが、そのためには、 1×10^{-9} Torrという程度にまで高真空引きしなければならない。また、自然酸化膜を除去した後の基板表面のラフネスが増加してしまうという問題がある。

[0026] これに対して、本発明の方法によれば、圧力が226～2660Paに調整できれば良いので、到達圧力が 1×10^{-4} Torr程度まで真空引きできる真空ポンプを用いればよく、これよりも高真空するために真空ポンプの性能を向上させる等、装置の製作コストがかからない。また、より酸化珪素膜表面のラフネスを緩和することができる。

[0027] 本発明の好ましい実施の形態においては、半導体デバイスの酸窒化珪素膜を含むゲート絶縁膜形成において、7～12 Åの薄膜の酸化膜に減圧ガス雰囲気にて800℃以上のアニール処理を行い、その後にプラズマ生成装置によって窒化処理後の酸窒化珪素膜中の窒素ドーズ量が $1E15 (1 \times 10^{15}) [atoms/cm^2]$ 以上となるように窒化処理を行う。

- [0028] また、上記アニール処理後に再び酸化膜を形成し、その後にプラズマ生成装置によって窒化処理を行う。
- [0029] また、上記7～12 Åの薄膜の酸化膜が過酸化水素水混合液にて形成された化学的酸化膜である。
- [0030] また、アニール処理の温度が800℃以上であり、雰囲気ガスは、N₂、He、Ne、Ar、Kr、Xeのいずれか、又はいずれか複数の組合せが主成分である。
- [0031] 次に、図面を参照して本発明の好ましい実施例について説明する。
- [0032] 図1に本発明の好ましい実施例の処理のフローを示す。ゲート絶縁膜を形成する際はその前工程として薬液によるシリコン基板表面の清浄化が行われる。通常RCA洗浄と呼ばれる洗浄法によって異物、有機物、金属汚染を除去し、その最終工程において表面に10 Å程度の薄い酸化膜を形成して表面の終端処理を行い表面や膜中に不純物が混入することを抑制している。しかしこの化学的に形成された酸化膜は高温熱処理によって形成された酸化膜に対して膜質が劣っており、ゲート絶縁膜の薄膜化に伴い、特性を向上するためにはこの10 Å程度の化学的酸化膜の存在が無視できなくなっている。
- [0033] そこで、本実施例では高品質で薄い酸化膜を形成するために、この10 Å程度の化学的酸化膜に対してアニール処理を行い、膜の緻密化による高品質化、昇華による薄膜化を図る。アニールとしては、例えば1330Pa、1000℃、窒素雰囲気にて10秒程度の処理を行う。上記アニール条件では10 Å程度の化学的酸化膜は4 Å程度にまで薄膜化する。
- [0034] 現在のゲート酸窒化珪素膜としては4 Åの下地酸化膜は薄すぎるので処理後に8～12 Åとなるように高品質な酸化膜を形成する。
- [0035] この酸化膜を形成するには、高温熱処理装置にて例えば1330Pa、850℃、窒素希釈された酸素雰囲気にて10秒程度の処理を行う(熱酸化処理)。また、プラズマ生成装置にて例えば酸素を活性化し、400℃、100Pa、RFパワー150Wで、30秒程度の処理を行い酸化膜を形成する方法もある(プラズマ酸化処理)。
- [0036] 次に、この酸化膜に対してプラズマ生成装置にて窒化処理を行い、酸窒化膜を形成する。

- [0037] 窒化処理条件は、例えば窒素1500sccm、5Pa、400℃、RFパワー150Wで、15秒程度の処理を行う。
- [0038] このとき、PMOSTランジスタにおけるB(ボロン)拡散による V_{th} (閾値電圧)のシフトを抑制しかつリーク電流を低減するために、酸窒化膜中の窒素のドーズ量が $1E15$ (1×10^{15}) [atoms/cm^2]以上となるように窒化処理を行う。なお、窒素のドーズ量は、 $1E16$ (1×10^{16}) [atoms/cm^2]以下であることが好ましい。
- [0039] 図2に本発明の好ましい実施例による薄膜酸化膜の生成例を示す。図2は高温アニール後の酸化膜形成(プラズマ酸化処理)の処理時間依存性を示したものである。高温アニールを行うことによって酸化膜の膜厚が薄くなる。これはケミカル酸化膜が緻密化した効果や昇華したためと考えられるが、この後に高温熱処理やプラズマ処理によって高品質な薄膜の酸化膜を形成することができる。
- [0040] 酸化膜に窒素を入れる目的としてPMOSTランジスタの閾値電圧シフトの抑制とリーク電流の抑制があるが、図3にゲート絶縁膜中の窒素ドーズ量とゲート絶縁膜のリーク電流の関係を示す。図3は、横軸がゲート絶縁膜のリーク電流密度(J_g (A/cm^2))であり、縦軸が膜中の窒素のドーズ量(atoms/cm^2)である。これは酸化膜が12Åの例だが、今後の薄膜化の要求に対しては上記目的を達成するためには、ますます窒素濃度を向上する必要性が高まることがわかる。
- [0041] 本実施例の酸窒化膜をMOSTランジスタに適用し特性を比較評価した例として、図4に本実施例による薄膜高品質酸化膜によるMOSTランジスタのOn電流特性向上結果を示す。図4は、横軸がゲート絶縁膜のリーク電流密度(J_g (A/cm^2))であり、縦軸が、On電流(nA)である。本実施例で薄膜でリーク電流の少ない酸化膜が形成されることによってOn電流を向上することができることがわかる。
- [0042] 以上説明したように、本発明の好ましい実施例のゲート酸窒化珪素膜を形成することによって、リーク電流の少ない薄膜の酸窒化膜を形成できMOSTランジスタの特性を向上することができる。
- [0043] 次に、本発明の好ましい実施例で好適に使用されるプラズマ処理装置について図5を参照して説明する。
- [0044] このプラズマ処理装置は、電界と磁界により高密度プラズマを生成できる変形マグ

ネutron型プラズマ源を用いて、ウェハ等の基板をプラズマ処理する基板処理装置(以下、MMT装置と称する)である。このMMT装置では、気密性を確保した処理室に基板を設置し、シャワープレートを通じて反応ガスを処理室に導入し、処理室をある一定の圧力に保ち、放電用電極に高周波電力を供給して電界を形成するとともに磁界をかけてマグネロン放電を起こす。放電用電極近傍の電子がドリフトしながらサイクロイド運動を続けて周回し、磁界に捕捉されるため電離生成率が高くなり高密度プラズマ生成が可能となる。この高密度プラズマによって反応ガスを励起分解させる。励起分解させた反応ガスにより、基板表面を酸化または窒化等の拡散処理をしたり、または基板表面に薄膜を形成したり、または基板表面をエッチングしたりする等、基板へ各種のプラズマ処理を施すことができる。

また、光源からの光により処理室内の基板を加熱できるようになっている。

[0045] このMMT装置は、上側容器210と下側容器211とから構成された処理容器203を備える。下側容器211と、下側容器211の上に被せられる上側容器210とから内部にウェハ200を処理する処理室201が形成されている。上側容器210は窒化アルミニウムや酸化アルミニウム又は石英の誘電体でドーム型をして形成されており、下側容器211はアルミニウムで形成されている。

[0046] 上側容器210の上部には、シャワーヘッド236が設けられる。シャワーヘッド236には反応ガス導入用のガス導入口(図示せず)が連通して設けられている。シャワーヘッドの下部には処理室201内へガスを吹出す噴出孔であるガス吹出口239が設けられる。

[0047] シャワーヘッド236は、側壁部材313と、蓋体233と、遮蔽プレート240と、バッファ室237と、開口238と、ガス吹出口239とを備えている。

[0048] バッファ室237は、処理室201の上部にガスが導入されるガス分散空間として設けられる。バッファ室237は、側壁部材313と、蓋体233と、開口周辺部229と、開口238を覆う遮蔽プレート240とから構成される。バッファ室237内には、遮蔽プレート240が設けられるので、実質的にガス分散空間は、蓋体233と遮蔽プレート240との間に形成される空間となる。蓋体233と遮蔽プレート240は石英で構成されている。

[0049] 開口238は、ウェハ200の主面と対向する処理室201の天井に設けられ、バッファ

室237と処理室201とを連通するように構成される。

[0050] 遮蔽プレート240は、開口238をバッファ室237内側から覆って、バッファ室237内に導入されるガスを開口周辺部229に流すように構成される。

[0051] ガス吹出口239は、遮蔽プレート240の下面外周部と開口238の周辺部との間に形成された隙間に設けられる。ガス吹出口239は、プラズマにさらされる処理室201に露出しないように、開口238の開口面よりも奥まったバッファ室237の内側に配置される。ガス吹出口239は、開口238の周方向に沿って複数個等間隔に形成され、遮蔽プレート240によって開口周辺部229に流れるガスを処理室201内にシャワー状に噴出するように構成される。

[0052] 上述したシャワーヘッド236から反応ガス230が処理室201に供給され、またサセプタ217の周囲から処理室201の底方向へ基板処理後のガスが流れるように下側容器211の側壁にガスを排気する排気口であるガス排気口235が設けられ、ガス排気口235はガス排気管231に接続されている。

[0053] 処理室201内にプラズマ生成領域を形成するプラズマ生成手段280は、供給される反応ガスを励起させる放電手段と、電子をトラップする磁界形成手段とから構成される。

放電手段は、筒状電極215、整合器(図示せず)、高周波電源(図示せず)から構成される。磁界形成手段は、筒状磁石216から構成される。

[0054] 筒状電極215は、断面が筒状であり、好適には円筒状の電極で構成される。筒状電極215は処理室201の外周に設置されて処理室201内の筒状電極215近傍のプラズマ生成領域を囲んでいる。筒状電極215にはインピーダンスの整合を行う整合器(図示せず)を介して高周波電力を印加する高周波電源(図示せず)が接続されている。

[0055] また、筒状磁石216は、断面が筒状であり、筒状の永久磁石で構成される。永久磁石の材質は、例えばネオジム系希土類コバルト磁石である。筒状磁石216は、筒状電極215の外表面の筒軸方向の上下端近傍2段に配置される。上下の筒状磁石216, 216は、処理室201の半径方向に沿った両端(内周端と外周端)に磁極を持ち、上下の筒状磁石216, 216の磁極の向きが逆向きに設定されている。従って、内周

部の磁極同士が異極となっており、これにより、筒状電極215の内周面に沿って筒軸方向に磁力線を形成するようになっている。

[0056] 処理室201の底側中央には、基板200を保持するための基板保持手段としてサセプタ217が配置されている。サセプタ217はウェハ200を加熱できるようになっている。サセプタ217は、内部に加熱手段としてのヒータ(図中省略)が一体的に埋め込まれている。

[0057] シャワーヘッド236の上部には光源316が設けられている。光源316は、中央に開口317を有する光源周辺部材315により、側壁部材313上に取り付けられている。側壁部材には冷却水通路314が設けられている。冷却水を流して熱を光源周辺部材315に加えない構造となっている。光源316と接触する光源周辺部材315の材質としては、熱伝導率の高い材質例えば、アルミニウムを用いる。熱・光が集中する部分は光源の周囲であるため、その局所的な部分に冷却水を流すことで、光源周辺部材315の温度上昇を低減させることができる。

[0058] 光源からの光301は、開口317、石英製の蓋体233、石英製の反応ガス遮蔽プレート240、開口238を介して基板200に照射され、基板200を加熱処理することができる。

[0059] この装置で、加熱処理(アニール)工程、熱酸化工程またはプラズマ酸化工程、プラズマ窒化工程を連続処理することができる。

[0060] また、ランプだけを用いたランプ加熱装置で、加熱処理(アニール)工程、熱酸化工程を行い、ランプが設けられていない放電用電極だけのMMT装置でプラズマ酸化工程、プラズマ窒化工程を行うようにしてもよい。

[0061] 明細書、特許請求の範囲、図面および要約書を含む2004年8月31日提出の日本国特許出願2004-252138および2005年4月5日提出の日本国特許出願2005-108645号の開示内容全体は、そのまま引用してここに組み込まれる。

[0062] 種々の典型的な実施の形態を示しかつ説明してきたが、本発明はそれらの実施の形態に限定されない。従って、本発明の範囲は、次の請求の範囲によってのみ限定されるものである。

産業上の利用可能性

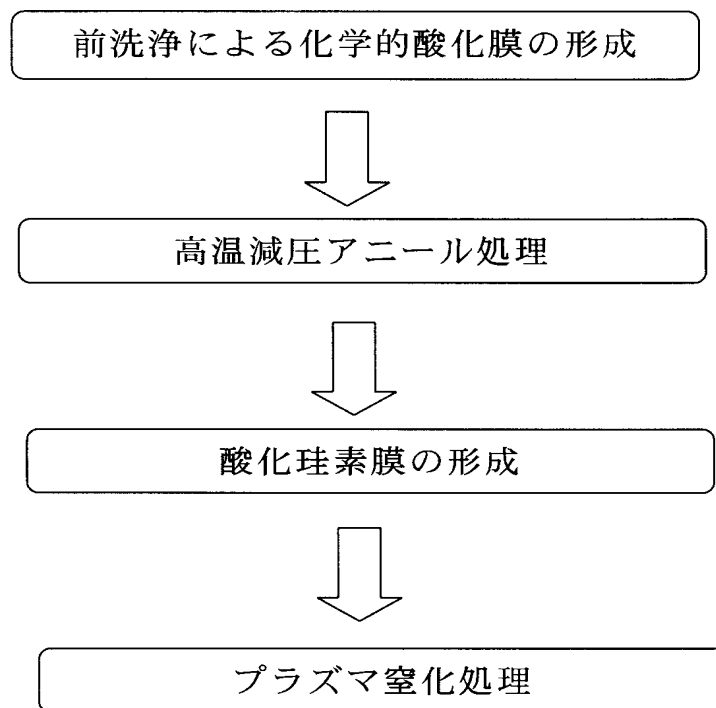
[0063] 以上説明したように、本発明の一形態によれば、高品質な絶縁膜をシリコン基板表面に形成可能な半導体装置の製造方法が提供され、半導体装置の特性向上を図ることができる。

その結果、本発明は、半導体シリコンウエハを用いて半導体装置を製造する方法に特に好適に利用できる。

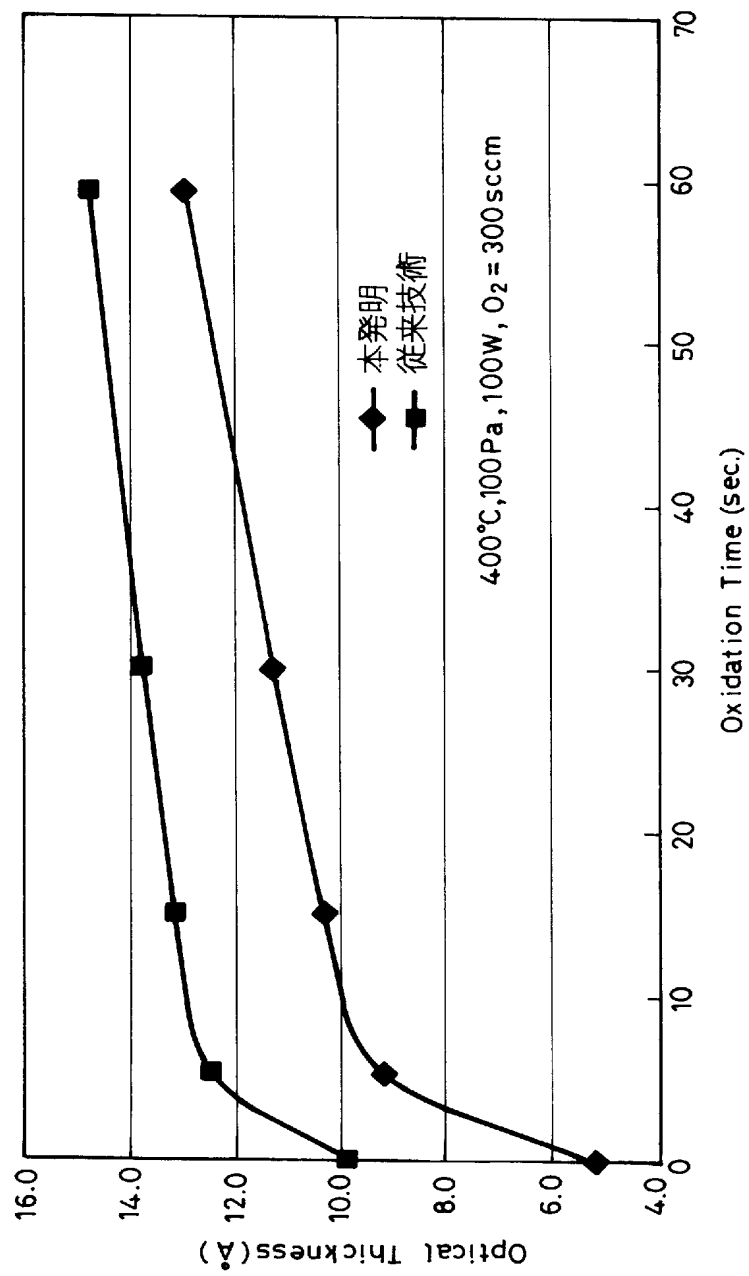
請求の範囲

- [1] シリコン基板表面を薬液によりエッチングした後に形成される酸化珪素膜を加熱して薄膜化させる酸化珪素膜の薄膜化工程と、
前記薄膜化した酸化珪素膜を加熱して、少なくとも酸素を含有するガスにより酸化する熱酸化工程、または前記薄膜化した酸化珪素膜を、プラズマ放電された少なくとも酸素を含有するガスにより酸化するプラズマ酸化工程と、
を有することを特徴とする半導体装置の製造方法。
- [2] 前記薄膜化工程では、前記エッチングした後に形成される酸化珪素膜を温度800℃以上で処理することを特徴とする請求項1の半導体装置の製造方法。
- [3] 前記薄膜化工程では、前記エッチングした後に形成される酸化珪素膜を温度800℃～1000℃で処理することを特徴とする請求項2の半導体装置の製造方法。
- [4] 前記薄膜化工程では、前記エッチングした後に形成される酸化珪素膜を減圧下で処理することを特徴とする請求項1乃至3の半導体装置の製造方法。
- [5] 前記減圧下での圧力が266Pa～2660Paであることを特徴とする請求項4の半導体装置の製造方法。
- [6] 前記薄膜化工程では、前記エッチングした後に形成される酸化珪素膜を窒素で処理することを特徴とする請求項4の半導体装置の製造方法。
- [7] 前記薄膜化工程では、前記エッチングした後に形成される酸化珪素膜を5秒～60秒処理することを特徴とする請求項6の半導体装置の製造方法。
- [8] 前記酸化珪素膜をプラズマ放電された少なくとも窒素を含有するガスにより窒化して酸窒化珪素膜を形成するプラズマ窒化工程をさらに有し、該プラズマ窒化工程により前記酸窒化珪素膜の窒素のドーズ量を 1×10^{15} [atoms/cm²]以上にすることを特徴とする請求項1乃至3の半導体装置の製造方法。

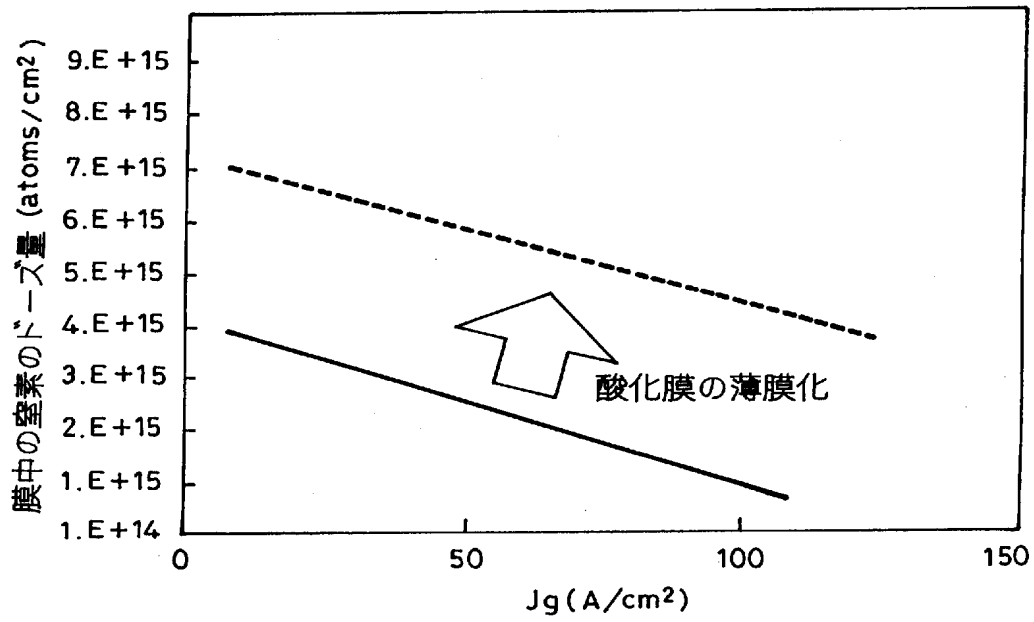
[図1]



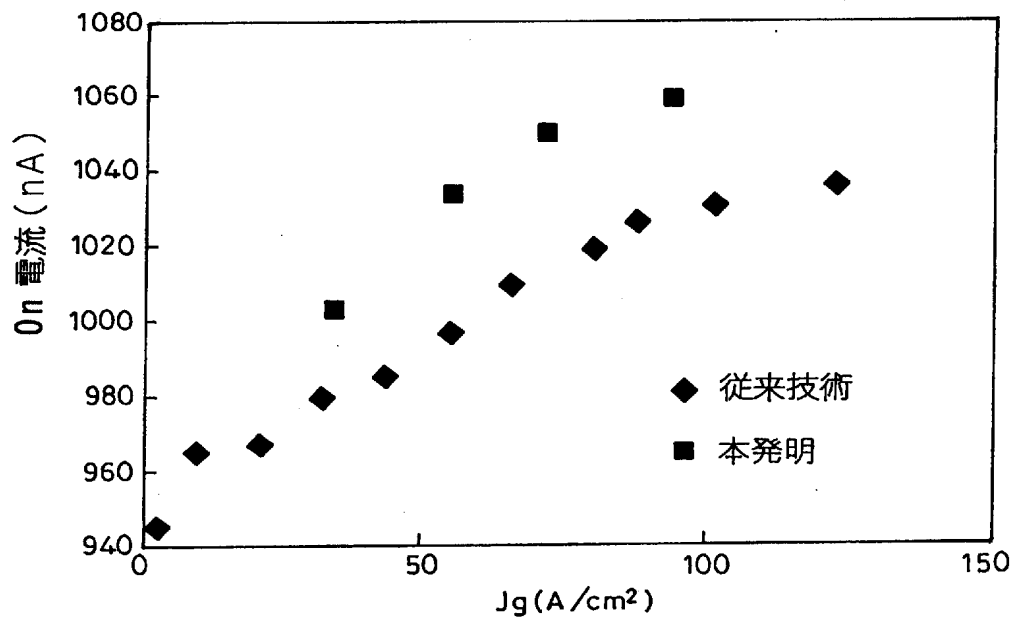
[図2]



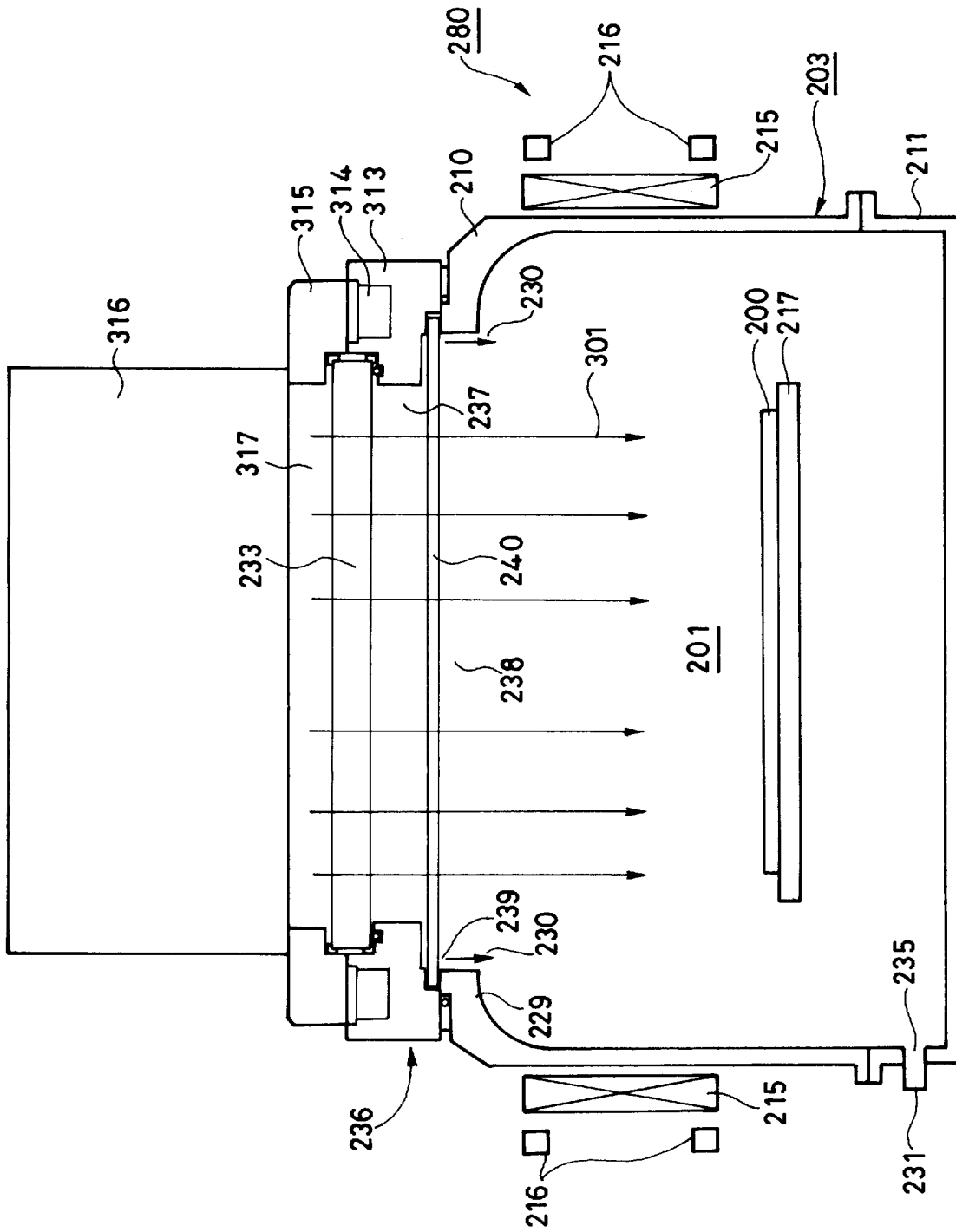
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/013733

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/318 (2006.01), **H01L29/78** (2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L21/318 (2006.01), **H01L29/78** (2006.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2000-164861 A (United Microelectronics Corp.), 16 June, 2000 (16.06.00), Par. No. [0007] & US 2001/0014483 A1	1, 2, 3 4-8
A	WO 2003/088345 A (Tokyo Electron Ltd.), 23 October, 2003 (23.10.03), Page 22, lines 14 to 23 (Family: none)	6-8



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T"

later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&"

document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 October, 2005 (21.10.05)

Date of mailing of the international search report

01 November, 2005 (01.11.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl.⁷ H01L21/318 (2006.01), H01L29/78 (2006.01)

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ H01L21/318 (2006.01), H01L29/78 (2006.01)

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2000-164861 A (United microelectronics corp.)	1, 2, 3
A	2000.06.16, 第7段落 & US 2001/0014483 A1	4-8
A	WO 2003/088345 A (東京エレクトロン株式会社) 2003.10.23, 第22頁第14-23行 (ファミリーなし)	6-8

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

21.10.2005

国際調査報告の発送日

01.11.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

今井 淳一

電話番号 03-3581-1101 内線 3471

4 R

9055